

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-142074

(P 2 0 0 1 - 1 4 2 0 7 4 A)

(43)公開日 平成13年5月25日(2001.5.25)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード (参考)
G02F 1/1339	500	G02F 1/1339 500	2H089

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全13頁)

(21)出願番号	特願平11-319599
(22)出願日	平成11年11月10日(1999.11.10)

(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者	今林 真紀子 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立 製作所ディスプレイグループ内
(72)発明者	長谷川 真二 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立 製作所ディスプレイグループ内
(74)代理人	100093506 弁理士 小野寺 洋二

最終頁に続く

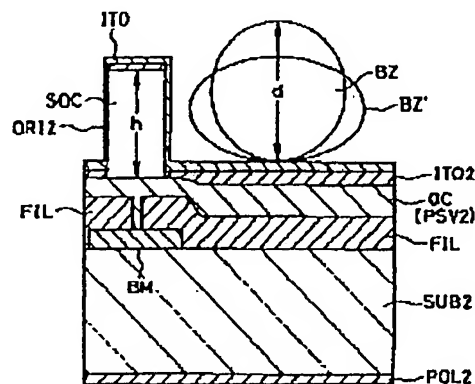
(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】セルギャップの不均一による表示画面内の輝度むらを防止して高品質の画像表示を得る。

【解決手段】基板の一方に形成されたカラー表示のための色の異なる少なくとも2種類以上のカラーフィルタFILと各カラーフィルタの間に介在させたブラックマトリクスBMと、画素形成電極ITO2と、配向膜とを有し、基板の少なくとも一方に基板間の所望のギャップにほぼ等しい高さで固定的に形成した柱状スペーサSOCと、基板の間に介在して平均粒径が柱状スペーサSOCの高さより若干大なる樹脂材料の粒状スペーサBZとを具備した。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方が透明な一対の基板と、前記一対の基板の一方に形成されたカラー表示のための色の異なる少なくとも2種類以上のカラーフィルタおよび各カラーフィルタの間に介在させたブラックマトリクスと、前記一対の基板の少なくとも一方の基板上に形成された画素形成電極と、前記一対の基板の間に誘電異方性を有する液晶層およびこの液晶層を構成する液晶組成物の分子配列を所定の方向に配列させるための配向制御層とを有する液晶パネルと、前記電極群に駆動電圧を印加するための駆動手段とを具備し、前記一対の基板の少なくとも一方に前記一対の基板間の所望のギャップにほぼ等しい高さで固定的に形成した柱状スペーサと、前記一対の基板の間に介在して平均粒径が前記柱状スペーサの高さより若干大なる樹脂材料の粒状スペーサとを具備したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】前記柱状スペーサを前記ブラックマトリクスで覆われる領域に形成し、前記粒状スペーサを前記画素形成電極の形成領域を含む表示領域に配置したことを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】前記柱状スペーサを前記基板に形成される保護膜との接着性を有する樹脂材料で形成したことを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項4】前記柱状スペーサを、当該柱状スペーサを形成する側の基板にある保護膜の上に直接形成したことを特徴とする請求項3記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記柱状スペーサを、当該柱状スペーサを形成する側の基板にある電極上に直接形成すると共に、当該電極に開けた開口を通して当該電極の下層にある保護膜と接続したことを特徴とする請求項3記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に係り、特に液晶層を構成する液晶組成物を封止する一対の基板間の距離を一定に保つための新規なスペーサ構成を備えた液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ノート型コンピュータやコンピュータモニター用の高精細かつカラー表示が可能な表示デバイスとして液晶表示装置が広く採用されている。

【0003】この種の液晶表示装置は、基本的には少なくとも一方が透明なガラス等からなる少なくとも2枚の基板の対向間隙に液晶組成物を挟持した所謂液晶パネルを構成し、上記液晶パネルの基板に形成した画素形成用の各種電極に選択的に電圧を印加して所定画素の点灯と消灯を行う液晶パネルを用いた方式（単純マトリクス方式：STN方式）、上記各種電極と画素選択用のアクティブ素子を形成してこのアクティブ素子を選択すること

により所定画素の点灯と消灯を行う方式の液晶パネルを用いた方式（アクティブマトリクス方式）とに大きく分類される。

【0004】アクティブマトリクス型液晶表示装置は、その液晶パネルを構成するアクティブ素子として薄膜トランジスタ（TFT）を用いたものが代表的である。薄膜トランジスタを用いた液晶表示装置は、薄い軽量かつブラウン管に匹敵する高画質であるということから、OA機器の表示端末用モニターとして広く普及している。

【0005】このアクティブマトリクス型液晶表示装置に用いられる液晶パネルには、液晶の駆動方法の相違から大別して次の2通りがある。その1つは、透明電極が構成された2枚の基板で液晶組成物を挟み込み、透明電極に印加された電圧で動作させ、透明電極を透過し液晶組成物の層に入射した光を変調して表示する方式（TN方式）である。

【0006】また、もう1つは、同一基板上に構成した2つの電極の間の基板面にほぼ平行に形成した電界により液晶を動作させ、2つの電極の間隙から液晶組成物の層に入射した光を変調して表示する方式であり、視野角が著しく広いという特徴を持ち、アクティブマトリクス型液晶表示装置として極めて有望な方式である。この方式の特徴に関しては、例えば特表平5-505247号公報、特公昭63-21907号公報、特開平6-160878号公報等の文献に記載されている。以下、この方式の液晶表示装置を横電界方式（IPS方式）の液晶表示装置と称する。

【0007】図14はTN方式の液晶パネルの構成例を説明する要部断面図である。図中、SUB1とSUB2は透明なガラス基板であり、一方の基板SUB1の内面には薄膜トランジスタTFTを有し、他方の基板SUB2の内面にはカラーフィルタ赤、緑、青の3色のカラーフィルタFIL（FIL（R）、FIL（G）、FIL（B））が形成してある。なお、青色のフィルタFIL（B）は図示していない。

【0008】一方の基板SUB1の薄膜トランジスタTFTはゲート電極GT、ゲート絶縁膜GI、絶縁膜AOF、半導体層AS、ドレイン電極SD2、ソース電極SD1で構成され、ソース電極SD1に画素電極ITO1が接続されている。なお、通常、薄膜トランジスタTFTは、歩留りを向上するように1画素あたり2個形成されているが、同図では一個のみ（TFT1）を示してある。

【0009】この薄膜トランジスタTFTの上層には保護膜PSVIが被覆され、最上層には液晶（液晶層）LCと接する配向膜（配向制御膜）ORI1が形成されている。

【0010】他方の基板SUB2の内面に形成した3色のフィルタFIL（FIL（R）、FIL（G）、FIL（B））の境界には遮光膜、所謂ブラックマトリクス

BMを有し、その上層には保護膜PSV2が、さらにその上に共通電極(対向電極とも言う)ITO2が形成され、最上層には液晶(液晶層)LCと接する配向膜(配向制御膜)ORI2が形成してある。そして、上記各基板の表面にはそれぞれ偏光板POL1、POL2が積層されている。

【0011】この方式の液晶パネルは、薄膜トランジスタTFTで駆動される画素電極ITO1と共通電極ITO2の間に生成される電界で液晶LCの配向方向を変えることによって画素のオン/オフを行う。

【0012】図15はIPS方式の液晶パネルの構成例を説明する要部断面図である。図中で図14と同一符号は同一機能部分に対応する。この液晶パネルは一方の基板SUB1上に映像信号線(ドレイン線)DL、対向電極(図14における共通電極ITO2に相当)CT、画素電極(図13における画素電極ITO1に相当)PXが形成され、これらの上層に成膜された保護膜PSVおよび液晶LCの層との界面に形成された配向制御膜ORI1を有する。また、他方の基板SUB2上にブラックマトリクスBMで区画された3色のカラーフィルタFIL(各色に共通符号で示す)、これらの上層を覆ってカラーフィルタFILやブラックマトリクスの構成材が液晶LCを構成する液晶組成物に影響を及ぼさないように成膜されたオーバーコート層OC(図13の保護膜PSV2に相当)、および液晶LCの層との界面に形成された配向制御膜ORI2を有している。

【0013】一方の基板SUB1上にあるゲート絶縁膜GIとAOFは絶縁膜、映像信号線(ドレイン線)DLは導電膜d1とd2の2層からなり、対向電極CTは導電膜g1からなり、画素電極PXは導電膜g2からなる。

【0014】このIPS方式の液晶パネルは、画素電極PXと対向電極CTの間に生成される横方向(基板と平行な方向)の電界(図には電気力線で示してある)で液晶の分子の配向方向を制御して画素のオン/オフを行う。

【0015】なお、一対の基板SUB1とSUB2の間の距離(液晶組成物の層の厚み、または間隔:セルギャップあるいは単にギャップと言う)は両基板の間に球状のスペーサまたは柱状スペーサ(図示せず)を配置して所定値に規制するのが一般的である。基板SUB1と基板SUB2の外面にはそれぞれ偏光板POL1、POL2が設置されているのは図14と同様である。

【0016】また、横電界方式の液晶表示装置とは関連していないが、このような球状のスペーサに代えてカラーフィルタ基板の保護膜に円錐状のスペーサを基板に固定的に形成し、あるいはカラーフィルタ層を積層して円柱状のスペーサを固定的に形成したものが特開平9-73088号公報に開示されている。

【0017】上記特開平9-73088号公報に開示の

発明では、球状のスペーサの場合、スペーサ周辺部からの光漏れによるコントラストの低下や、スペーサを基板上に散在させる工程でスペーサが不均一に配置されて表示不良を起こすという問題点を解消するため、スペーサを基板に固定的に形成するようにしたものである。

【0018】また、基板間の間隔を保持するスペーサの形成方法として、ベースフィルムに感光性樹脂を塗布した感光性シートを基板に積層し、マスクを介した露光と現像を含むフォトリソ工程を用いるものが特開平7-325298号公報に開示されている。これは、スペーサの膜厚を均一にして色むらを防止するものである。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】上記のような各種の液晶パネルを用いた液晶表示装置においては、その基板間のギャップをポリマー製のビーズ(粒状ビーズ)あるいは柱状ビーズで規制している。近年は、液晶表示装置をノート型パソコンなどの比較的小型・軽量の電子機器に限らず、所謂ディスプレイモニターに採用されるようになって、その画面サイズは大型化する傾向にある。

【0020】液晶パネルのサイズ(画面の大きさ)が大きくなると、特にディスプレイモニターのように、常時縦位置で使用するものでは、基板間に挟持した液晶が自重で下降し、画面の下側におけるギャップが大きくなって表示むらが発生する現象が生じる場合がある。このような現象はIPS方式やSTN方式の液晶パネルで顕著である。さらに、ギャップ規制部材にポリマービーズを用いたものでは、当該ビーズが密集して、部分的にギャップが大きくなったり、一般に透明であるポリマービーズを通して光が透過する所謂光漏れが発生して画質が劣化する場合がある。

【0021】このような問題を解決するものとして、ポリマービーズに代えて一方の基板に固定的に柱状スペーサを挿入したものが知られている。しかし、このような柱状スペーサを用いたものでは、使用中に温度上昇(一般には、バックライトの加熱による)による液晶の膨張が起こると、柱状スペーサのギャップ規制能力がギャップの拡大に追従できずに対向する基板と離れてしまう場合が生じる。その結果、ギャップむらが発生して画質むらを招くという問題がある。

【0022】また、ギャップの規制にポリマービーズを用いたものでは、基板の間に多数のポリマービーズを分散させた後、液晶パネルのギャップ出し工程で当該ポリマービーズは圧縮変形された状態で基板間に介在させることにより、ある程度は上記のようなギャップの拡大に追従可能であるが、所要のギャップを確保するためには、ポリマービーズはある程度以上の数量を用いる必要があるため、密集を抑制し、光漏れの発生を抑制することには限度があった。そして、前記したように、液晶パネルの熱膨張の繰り返しで時間と共に自重で、あるいは液晶の下降に伴って液晶パネルの下側に下降するという

問題がある。

【0023】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消することにより、液晶パネルの温度変化に起因するギャップむらを無くして品質の高い画像表示を可能とした液晶表示装置を提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するため、本発明は、液晶パネルを構成する一対の基板の間のギャップを規制する部材として、当該基板の少なくとも一方に固定的に形成した柱状スペーサと少量のポリマービーズとを併用したことを特徴とする。

【0025】本発明の構成は、液晶パネルの駆動方式（STN、TN、IPS）毎に若干の相違はあるが、何れの方式の液晶パネルにおいても柱状スペーサと少量のポリマービーズとを併用するという基本的な構成では共通するものである。以下、本発明の代表的な構成を記述する。

【0026】（1）：少なくとも一方が透明な一対の基板と、前記一対の基板の一方に形成されたカラー表示のための色の異なる少なくとも2種類以上のカラーフィルタおよび各カラーフィルタの間に介在させたブラックマトリクスと、前記一対の基板の少なくとも一方の基板上に形成された画素形成電極と、前記一対の基板の間に誘電異方性を有する液晶層およびこの液晶層を構成する液晶組成物の分子配列を所定の方向に配列させるための配向制御層とを有する液晶パネルと、前記電極群に駆動電圧を印加するための駆動手段とを具備し、前記一対の基板の少なくとも一方に前記一対の基板間の所望のギャップにほぼ等しい高さで固定的に形成した柱状スペーサと、前記一対の基板の間に介在して平均粒径が前記柱状スペーサの高さより若干大なる樹脂材料の粒状スペーサとを具備した。

【0027】上記の構成において、一対の基板間のギャップは主として柱状スペーサの高さで規制されるが、使用中に温度上昇等による液晶の膨張で柱状スペーサが基板から離れ、ギャップが拡大したときには粒状スペーサの圧縮変形が解除される方向に復元して当該ギャップを規制する。これにより、画面のギャップむらが抑制され、また粒状スペーサは基板と接した状態を維持するために、その自重で移動や下降することが阻止されると共に、液晶の移動や下降も緩和され、表示品質を極端に劣化することがない。

【0028】（2）：（1）における前記柱状スペーサは前記ブラックマトリクスで覆われる領域に形成し、前記粒状スペーサは前記画素形成電極の形成領域を含む表示領域に配置した。

【0029】柱状スペーサを前記ブラックマトリクスで覆われる領域に形成したことにより、バックライトの光の透過に影響を及ぼすことがなく、また粒状スペーサも少量で済むため、光漏の現象を最小限に抑制でき、コン

トラストの低下を抑制することができる。

【0030】（3）：（1）における前記柱状スペーサが前記基板に形成される保護膜との接着性を有する樹脂材料で形成した。

【0031】（4）：（3）における前記柱状スペーサを、当該柱状スペーサを形成する側の基板にある保護膜の上に直接形成したことを特徴とする請求項3記載の液晶表示装置。

【0032】（5）：（3）における前記柱状スペーサを、当該柱状スペーサを形成する側の基板にある電極上に直接形成すると共に、当該電極に開けた開口を通して当該電極の下層にある保護膜と接続した。

【0033】柱状スペーサは樹脂材料をフォトリソグラフィ技法で形成する。この柱状スペーサを上記（4）の構成のように、保護膜上に直接形成することで、当該柱状スペーサを形成する基板に強固に植立させることができる。この柱状スペーサを形成する基板は、カラーフィルタを有する基板側に限るものではなく、他方の基板（アクティブマトリクス型では薄膜トランジスタを形成した基板側）に形成することもできる。

【0034】また、上記下層の保護膜の上に電極がある場合には、当該電極に開口を開け、この開口を通して上記電極の下層にある保護膜に接続することで、当該柱状スペーサを形成する基板に強固に植立させることができる。

【0035】なお、本発明は、上記の構成に限定されるものではなく、一対の基板のそれぞれに、相対向するごとく所要のギャップの半分に相当する高さの柱状スペーサを形成してもよい。

【0036】また、本発明は、特許請求の範囲に記載された技術思想を逸脱することなく、種々の変更が可能である。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、実施例の図面を参照して詳細に説明する。

【0038】図1は本発明に係る液晶表示装置の第1実施例を説明する液晶パネルの要部模式断面図であり、柱状スペーサを形成する側の基板に電極を有する形式（TN方式、STN方式）に本発明を適用した構成を示す。

なお、STN方式の液晶パネルでは、TN方式における画素電極と共通電極あるいは対向電極の区別はなく、一対の基板のそれぞれに互いに交差するストライプ状電極を有している。したがって、STNに適用する場合は、画素電極と共通電極のそれぞれを上記各ストライプ電極に読み替えるものとする。

【0039】図1において、SUB2は液晶パネルを構成する一対の基板の一方の基板（ここではカラーフィルタ基板）、BMはブラックマトリクス、FILはカラーフィルタ、OCは保護膜（パッシベーション層PSV2とも称する）、ITO2は図示しない他方の基板に形成

した画素電極と対向する共通電極、SOCは柱状スペーサ、ORI2は配向膜、BZは粒状スペーサ（以下、ポリマービーズとも言う）、POLは偏光板である。

【0040】柱状スペーサSOCは、ブラックマトリクスBM、カラーフィルタFILおよび保護膜OCを形成した後、この保護膜OC上に直接形成される。これらブラックマトリクスBM、カラーフィルタFILおよび柱状スペーサSOCは樹脂材料の塗布とパターン露光/現像のプロセスすなわちフォトリソグラフィ技法で形成される。

【0041】柱状スペーサSOCは基板間の所要のギャップにはほぼ等しい高さhに形成される。その後、柱状スペーサSOCの上に共通電極ITOを形成し、さらにその上層に配向膜ORI2を塗布して、所謂カラーフィルタ基板を構成する。

【0042】このように各種の機能膜を形成した基板に対し、液晶を介して画素電極を有する他方の基板を貼り合わせる際に、少量のポリマービーズBZを散布する。このポリマービーズBZの平均粒径dは柱状スペーサSOCの高さhよりも若干大としてある。

【0043】この基板SUB2を液晶を介して他方の基板と貼り合わせ、所要のギャップを出す場合、両基板をプレスしてSUB2の柱状スペーサSOCの頂面が他方の基板の配向膜に接するようにする。このとき、柱状スペーサSOCの高さhよりも若干大なる平均粒径dのポリマービーズBZは上記他方の基板との間で圧縮変形され、その中心を通る高さがほぼ柱状スペーサSOCの高さhに等しいBZ'で示した状態となる（なお、図では変形状態を強調して示してある）。

【0044】本実施例により、液晶表示装置の使用中に液晶パネルの温度が上昇等し、液晶の膨張で柱状スペーサが基板から離れてギャップが拡大したときには粒状スペーサの圧縮変形が解除される方向に復元して当該ギャップを規制する。これにより、画面のギャップむらが抑制され、また粒状スペーサは基板と接した状態を維持するために、その自重で移動や下降することが阻止されると共に、液晶の移動や下降も緩和され、表示品質を極端に劣化することがない。

【0045】図2は本発明に係る液晶表示装置の第2実施例を説明する液晶パネルの要部模式断面図である。図1に示した電極ITO2の上に柱状スペーサSOCを形成したものであり、図1と同一符号は同一機能部分に対応し、THは電極ITOに開けた開口を示す。

【0046】図2において、柱状スペーサSOCは電極ITO2を形成した後形成される。このとき、電極ITO2の柱状スペーサSOC形成部分に開口THを開けておくことで電極ITO2の下層にある樹脂材料からなる保護膜OCと柱状スペーサSOCとを結合する。これにより、柱状スペーサSOCは基板SUB2に固定される。なお、柱状スペーサSOCとポリマービーズBZの

作用は第1実施例と同様である。

【0047】図3は本発明に係る液晶表示装置の第2実施例をさらに説明するための薄膜トランジスタ型TN方式の液晶パネルの一面素付近を前記図2で説明した基板SUB2側から基板SUB1側を透視した平面図である。前記図14は図3のA-A線に沿った断面図に相当する。

【0048】この液晶パネルを構成する画素（単位色画素）は、隣接する2本のゲートライン（走査信号線またはゲート信号線、ゲート線、水平信号線とも言う）GLと、隣接する2本のデータライン（映像信号線、ドレイン信号線ドレイン線または垂直信号線とも言う）DLとの交差領域内（4本の信号線で囲まれた領域内）に配置されている。

【0049】各画素は薄膜トランジスタTFT（TFT1とTFT2）、画素電極ITO1および保持容量素子Caddを含む。ゲートラインGLは列方向に延在し、行方向に複数本配置されている。データラインDLは行方向に延在し、列方向に複数本配置されている。

【0050】図15でも説明したように、液晶LCを基準の基板SUB1側には薄膜トランジスタTFTおよび画素電極ITO1が形成され、基板SUB2側にはカラーフィルタFIL、遮光用ブラックマトリクスBMが形成されている。上下部の透明ガラス基板SUB2、1は例えば1.1mm程度、または0.7mm程度の厚さを有している。

【0051】本実施例では、柱状スペーサSOCをブラックマトリクスBMで覆われる領域でかつデータラインDL上およびゲートライン上に位置するごとく形成してある。この液晶パネルのギャップは、主として柱状スペーサSOCで規制され、ポリマービーズBZは主として前記した柱状スペーサSOCがギャップの拡大に追従できない状況でのギャップむらを抑制するために設けてあり、画素領域（画素電極上）に少数個散布してある。

【0052】なお、柱状スペーサSOCの形成場所、その数、形状は図示のものに限らない。また、図3では柱状スペーサSOC、ポリマービーズBZのサイズは理解を容易にするために示したもので、実際の製品におけるサイズとは必ずしも一致しない。

【0053】本実施例によっても、液晶表示装置の使用中に液晶パネルの温度が上昇等し、液晶の膨張で柱状スペーサが基板から離れてギャップが拡大したときには粒状スペーサの圧縮変形が解除される方向に復元して当該ギャップを規制する。これにより、画面のギャップむらが抑制され、また粒状スペーサは基板と接した状態を維持するために、その自重で移動や下降することが阻止されると共に、液晶の移動や下降も緩和され、表示品質を極端に劣化することがない。

【0054】図4は本発明に係る液晶表示装置の第3実施例を説明する液晶パネルの要部模式断面図であり、柱

状スペーサを形成する側の基板に電極を有しない横電界型アクティブマトリクス方式（IPS方式）に本発明を適用した構成を示す。

【0055】本実施例は、カラーフィルタFILを形成した側の基板SUB2にはITO等の電極を有しないため、この基板SUB2の内面に形成した保護膜OC（この場合は、カラーフィルタFILあるいはブラックマトリクスBMによる液晶の汚染防止、および基板SUB2の内面平坦化膜として機能する）上に柱状スペーサSOCを形成してある。

【0056】保護膜OC上に柱状スペーサSOCを形成後、配向膜ORI2を塗布し、ラビング等で配向制御能力を付与する。そして、この柱状スペーサSOCを形成した基板SUB2の画素領域における配向膜ORI2上にポリマービーズBZを散布し、液晶を注入または滴下して他方の基板SUB1を積層する。

【0057】基板SUB1には薄膜トランジスタや画素電極、対向電極、その他の配線などが形成されている。

【0058】一対の基板SUB1とSUB2を液晶を介して貼り合わせた後、両基板の上下からプレスして所要のギャップ出しを行う。このとき、所要のギャップは主として柱状スペーサSOCの高さhで規制し、ポリマービーズBZは図中にBZ'で示したように元の粒径dより高さが短縮されて圧縮変形された状態となる。このポリマービーズBZの作用は前記した実施例と同様なので、再度の説明はしない。

【0059】図5は本発明に係る液晶表示装置の第3実施例をさらに説明するための薄膜トランジスタ型IPS方式の液晶パネルの一画素付近を前記図4で説明した基板SUB2側から基板SUB1側を透視した平面図である。

【0060】各画素は走査信号線（ゲート信号線、ゲート線または水平信号線）GLと、対向電圧信号線（対向電極配線）CLと、隣接する2本の映像信号線（ドレイ信号線、ドレイ線または垂直信号線）DLとの交差領域内（4本の信号線で囲まれた領域内）に配置されている。

【0061】各画素は薄膜トランジスタTFT、蓄積容量Cstg、画素電極PXおよび対向電極CTを含む。走査信号線GL、対向電圧信号線CLは図5では左右方向に延在し、上下方向に複数本配置されている。

【0062】また、映像信号線DLは上下方向に延在し、左右方向に複数本配置され、画素電極PXはソース電極SD1を介して薄膜トランジスタTFTと電気的に接続される。対向電極CTは対向電圧信号線CLと電気的に接続されている。

【0063】そして、画素電極PXと対向電極CTは互いに対向し、かつ画素電極PXと対向電極CTは櫛歯状に構成され、各画素電極PXと対向電極CTとの間の電界により液晶の光学的な状態を制御し、表示を制御す

る。

【0064】本実施例では、柱状スペーサSOCはブラックマトリクスBMで覆われる映像信号線DL上、走査信号線GL上、あるいは対向電圧信号線CL上に形成してある。そして、ポリマービーズBZは主としてブラックマトリクスBMの領域外すなわち画素領域に少数個散布されている。

【0065】なお、柱状スペーサSOCの形成場所、その数、形状は図示のものに限らない。また、図5では柱状スペーサSOC、ポリマービーズBZのサイズは理解を容易にするために示したもので、実際の製品におけるサイズとは必ずしも一致しない。

【0066】本実施例によっても、液晶表示装置の使用中に液晶パネルの温度が上昇等し、液晶の膨張で柱状スペーサが基板から離れてギャップが拡大したときには粒状スペーサの圧縮変形が解除される方向に復元して当該ギャップを規制する。これにより、画面のギャップむらが抑制され、また粒状スペーサは基板と接した状態を維持するために、その自重で移動や下降することが阻止されたと共に、液晶の移動や下降も緩和され、表示品質を極端に劣化することがない。

【0067】図6および図7は本発明に係る液晶表示装置の第3実施例の効果を説明する液晶パネルの要部模式断面図であり、薄膜トランジスタや画素電極、対向電極、各種配線を形成した基板SUB1と柱状スペーサSOCを形成した基板SUB2とを液晶LCを介して貼り合わせ、プレスにより所要のギャップ出しをした状態を示す。

【0068】基板SUB1の構成における各部材は前記図5で説明したものと同一符号で示してある。また、基板SUB2の構成における各部材は前記図4で説明したものと同一符号で示してある。

【0069】図6に示したギャップ出しを行った状態では、柱上スペーサSOCの頂面は基板SUB1と当接しており、ポリマービーズBZは矢印Aで示したように圧縮変形されている。

【0070】この状態から、図7に示したように、バックライト等からの熱で液晶LCが膨張して基板SUB1とSUB2のギャップが拡大した場合、柱状スペーサSOCの頂面は矢印Bに示したように基板SUB1から離れてギャップ規制能力が喪失する場合がある。しかし、このときポリマービーズBZは矢印Cで示した元の粒径に復元する傾向になり、ギャップの拡大に追従して両基板間のギャップを規制する。

【0071】したがって、液晶パネルの画面でのギャップむらの発生を抑制し、高品質の画像表示を維持することができる。なお、柱状スペーサSOCとポリマービーズBZの動きは前記他の実施例においても同様である。

【0072】次に、前記各実施例を適用した本発明による液晶表示装置の駆動および製品構成例について説明す

る。なお、STN方式の液晶パネルを用いたものについては省略する。

【0073】図8は本発明を適用したアクティブ・マトリクス型液晶表示装置の構成と駆動システムの説明図である。この液晶表示装置は、前記実施例のうちのアクティブ・マトリクス型液晶パネルに関する何れかを用いたものである。この液晶パネルPNLの周辺にデータ線（ドレイン信号線、ドレイン線、または映像信号線）駆動回路（ICチップ）すなわちドレインドライバDDR、走査線（ゲート信号線またはゲート線とも言う）駆動回路（ICチップ）すなわちゲートドライバGDRを有し、これらドレインドライバDDRとゲートドライバGDRに画像表示のための表示データやクロック信号、階調電圧などを供給する表示制御手段である表示制御装置（図8ではコントローラと表記）CRL、電源回路（図8では電源部と表記）PWUを備えている。

【0074】コンピュータ、パソコンやテレビ受像回路などの外部信号ソースからの表示データと制御信号クロック、表示タイミング信号、同期信号は表示制御装置CRLに入力する。表示制御装置CRLには、階調基準電圧生成部、タイミングコントローラTCNなどが備えられており、外部からの表示データを液晶パネルPNLでの表示に適合した形式のデータに変換する。

【0075】ゲートドライバGDRとドレインドライバDDRに対する表示データとクロック信号は図示したように供給される。ドレインドライバDDRの前段のキャリア出力は、そのまま次段のドレインドライバのキャリア入力に与えられる。

【0076】図9は液晶パネルの各ドライバの概略構成と信号の流れを示すブロック図である。ドレインドライバDDRは映像（画像）信号等の表示データのデータラッチ部と出力電圧発生回路とから構成される。また、階調基準電圧生成部HTV、マルチプレクサMPX、コモン電圧生成部CVD、コモンドライバCDD、レベルシフト回路LST、ゲートオン電圧生成部GOV、ゲートオフ電圧生成部GFD、およびDC-DCコンバータD/Dは図17の電源回路PWUに設けられる。

【0077】図10は信号ソース（本体）から表示制御装置に入力される表示データおよび表示制御装置からドレインドライバとゲートドライバに出力される信号を示すタイミング図である。表示制御装置CRLは信号ソースからの制御信号（クロック信号、表示タイミング信号、同期信号）を受けて、ドレインドライバDDRへの制御信号としてクロックD1（CL1）、シフトクロックD2（CL2）および表示データを生成し、同時にゲートドライバGDRへの制御信号として、フレーム開始指示信号FLM、クロックG（CL3）および表示データを生成する。

【0078】信号ソースからの表示データの伝送に低電圧差動信号（LVDS信号）を用いる方式では、当該信

号ソースからのLVDS信号を上記表示制御装置を搭載する基板（インターフェイス基板）に搭載したLVDS受信回路で元の信号に変換してからゲートドライバGDRおよびドレインドライバDDRに供給する。

【0079】図10から明らかなように、ドレインドライバのシフト用クロック信号D2（CL2）は本体コンピュータ等から入力されるクロック信号（CLK）および表示データの周波数と同じであり、XGA表示素子では約40MHz（メガヘルツ）の高周波となる。

10 【0080】図11は本発明による液晶表示装置の全体構成を説明する展開斜視図であり、液晶表示装置（以下、2枚の基板SUB1、SUB2を貼り合わせてなる液晶パネル、駆動手段、バックライト、その他の構成部材を一体化した液晶表示モジュール：MDLと称する）の具体的構造を説明するものである。

20 【0081】SHDは金属板からなるシールドケース（メタルフレームとも言う）、WDは表示窓、INS1～3は絶縁シート、PCB1～3は駆動手段を構成する回路基板（PCB1はドレイン側回路基板：映像信号線駆動用回路基板、PCB2はゲート側回路基板、PCB3はインターフェース回路基板）、JN1～3は回路基板PCB1～3同士を電気的に接続するジョイナ、TCP1、TCP2はテープキャリアパッケージ、PNLは液晶パネル、GCはゴムクッション、ILSは遮光スベークサ、PRSはプリズムシート、SPSは拡散シート、GLBは導光板、RFSは反射シート、MCAは一体化成形により形成された下側ケース（モールドフレーム）、MOはMCAの開口、LPは蛍光管、LPCはランプケーブル、GBは蛍光管LPを支持するゴムブッシュ、BATは両面粘着テープ、BLは蛍光管や導光板等からなるバックライトを示し、図示の配置関係で拡散部材を積み重ねて液晶表示モジュールMDLが組立てられる。

30 【0082】液晶表示モジュールMDLは、下側ケースMCAとシールドケースSHDの2種の収納・保持部材を有し、絶縁シートINS1～3、回路基板PCB1～3、液晶パネルPNLを収納固定した金属製のシールドケースSHDと、蛍光管LP、導光板GLB、プリズムシートPRS等からなるバックライトBLを収納した下側ケースMCAとを合体させてなる。

40 【0083】映像信号線駆動用回路基板PCB1には液晶パネルPNLの各画素を駆動するための集積回路チップが搭載され、またインターフェース回路基板PCB3には外部ホストからの映像信号の受入れ、タイミング信号等の制御信号を受け入れる集積回路チップ、およびタイミングを加工してクロック信号を生成するタイミングコンバータTCN等が搭載される。

50 【0084】上記タイミングコンバータで生成されたクロック信号はインターフェース回路基板PCB3および映像信号線駆動用回路基板PCB1に敷設されたクロッ

ク信号ラインＣＬＬを介して映像信号線駆動用回路基板
・ ＰＣＢ１に搭載された集積回路チップに供給されるのは
前記したとおりである。

【００８５】インターフェース回路基板ＰＣＢ３および
映像信号線駆動用回路基板ＰＣＢ１は多層配線基板であ
り、上記クロック信号ラインＣＬＬはインターフェース
回路基板ＰＣＢ３および映像信号線駆動用回路基板ＰＣ
Ｂ１の内層配線として形成される。

【００８６】なお、液晶パネルＰＮＬにはＴＦＴを駆動
するためのドレイン側回路基板ＰＣＢ１、ゲート側回路
基板ＰＣＢ２およびインターフェース回路基板ＰＣＢ３
がテーパキャリアパッケージＴＣＰ１、ＴＣＰ２で接続
され、各回路基板間はジョイナＪＮ１、２、３で接続さ
れている。液晶パネルＰＮＬは前記した本発明によるア
クティブマトリクス型液晶表示装置であり、その２枚の
基板の間隔を所定値に維持するために前記実施例で説明
した粒子入りの柱状スペーサとポリマービーズとを備え
ている。

【００８７】なお、各駆動回路（ドレインドライバ、ゲ
ートドライバ）を液晶パネルの一方の基板、一般には基
板ＳＵＢ１の周辺に直接搭載したガラス・オン・チップ
方式（ＦＣＡ方式とも称する）を採用したものにも、本
発明は同様に適用できる。

【００８８】液晶パネルＰＮＬは前記した本発明による
アクティブマトリクス型液晶表示装置であり、その２枚
の基板の間隔を所定値に維持するために前記実施例で説
明した粒子入りの柱状スペーサとポリマービーズとを備
えている。

【００８９】図１２は本発明による液晶表示装置を実装
した電子機器の一例としてのノート型コンピュータの斜
視図である。

【００９０】このノート型コンピュータ（可搬型パソコ
ン）はキーボード部（本体部）と、このキーボード部に
ヒンジで連結した表示部から構成される。キーボード部
にはキーボードとホスト（ホストコンピュータ）、ＣＰ
Ｕ等の信号生成機能を収納し、表示部には液晶パネルＰ
ＮＬを有し、その周辺に駆動回路基板ＰＣＢ１、ＰＣＢ
２、コントロールチップＴＣＯＮを搭載したＰＣＢ３、
およびバックライト電源であるインバータ電源基板など
が実装される。

【００９１】そして、上記液晶表示パネルＰＮＬ、各種
回路基板ＰＣＢ１、ＰＣＢ２、ＰＣＢ３、インバータ電
源基板、およびバックライトを一体化した図１２で説明
した液晶表示モジュールを実装してある。

【００９２】図１３は本発明による液晶表示装置を実装
した電子機器の他例としてのディスプレイモニターの正
面図である。このディスプレイモニターは表示部とスタ
ンド部とから構成され、表示部には前記した本発明によ
る液晶パネルＰＮＬを持つ液晶表示装置が実装されてい
る。また、このようなディスプレイモニターのスタンド

部にホストコンピュータ、あるいはテレビ受像回路を内
蔵してもよい。

【００９３】本発明は上記の実施例に限らず、本発明の
技術思想を逸脱することなく、種々の変更が可能である
ことは前記したとおりである。

【００９４】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、
液晶パネルの基板間のギャップを規制する部材として一
方の基板に固定的に形成した柱状スペーサとポリマービ
ーズとを併用したことにより、柱状スペーサが追従でき
ないギャップ規制をポリマービーズで補完でき、表示領
域内のギャップむらの発生が抑制される。また、ポリマ
ービーズの散布量を必要最小限とすることで、表示領域
での光漏れ量を抑制した高品質の画像表示の液晶表示装
置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る液晶表示装置の第１実施例を説明
する液晶パネルの要部模式断面図である。

【図２】本発明に係る液晶表示装置の第２実施例を説明
する液晶パネルの要部模式断面図である。

【図３】本発明に係る液晶表示装置の第２実施例をさら
に説明するための薄膜トランジスタ型ＴＮ方式の液晶パ
ネルの一面素付近を前記図２で説明した基板ＳＵＢ２側
から基板ＳＵＢ１側を透視した平面図である。

【図４】本発明に係る液晶表示装置の第３実施例を説明
する液晶パネルの要部模式断面図である。

【図５】本発明に係る液晶表示装置の第３実施例をさら
に説明するための薄膜トランジスタ型ＩＰＳ方式の液晶
パネルの一面素付近を前記図４で説明した基板ＳＵＢ２
側から基板ＳＵＢ１側を透視した平面図である。

【図６】本発明に係る液晶表示装置の第３実施例の効果
を説明する液晶パネルの要部模式断面図である。

【図７】本発明に係る液晶表示装置の第３実施例の効果
を説明する液晶パネルの要部模式断面図である。

【図８】本発明を適用したアクティブ・マトリクス型液
晶表示装置の構成と駆動システムの説明図である。

【図９】液晶パネルの各ドライバの概略構成と信号の流
れを示すブロック図である。

【図１０】信号ソース（本体）から表示制御装置に入力
される表示データおよび表示制御装置からドレインドラ
イバとゲートドライバに出力される信号を示すタイミン
グ図である。

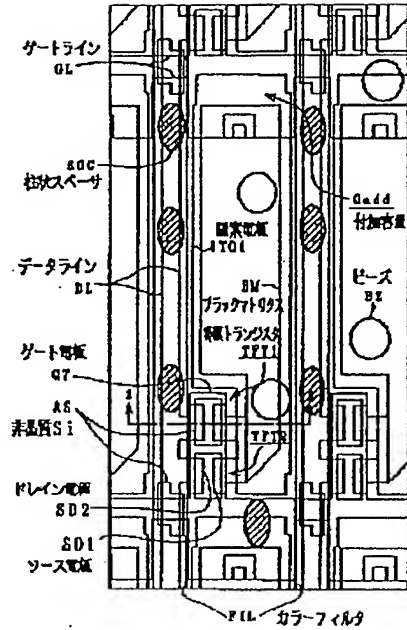
【図１１】本発明による液晶表示装置の全体構成を説明
する展開斜視図である。

【図１２】本発明による液晶表示装置を実装した電子機
器の一例としてのノート型コンピュータの斜視図であ
る。

【図１３】本発明による液晶表示装置を実装した電子機
器の他例としてのディスプレイモニターの正面図であ
る。

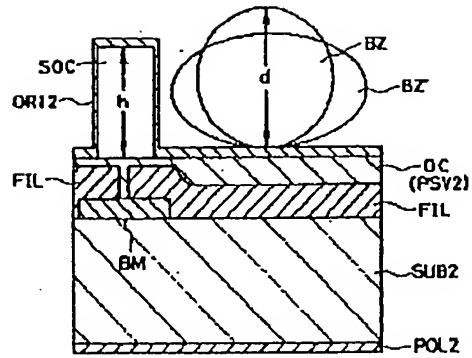
【図3】

図3



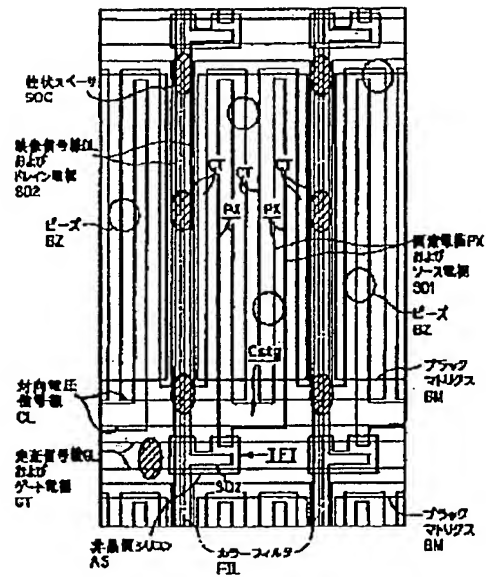
【図4】

図4



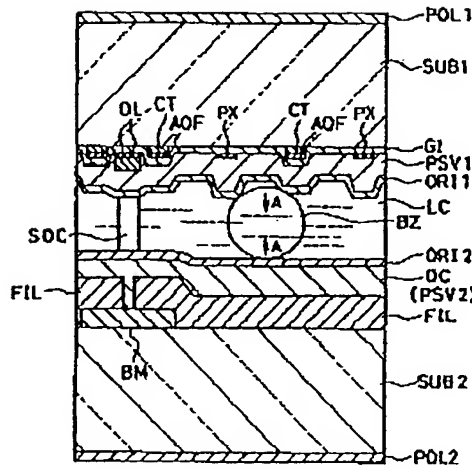
【図5】

図5



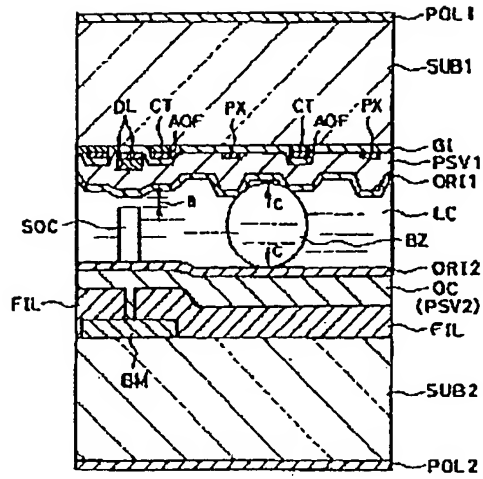
【図6】

図6

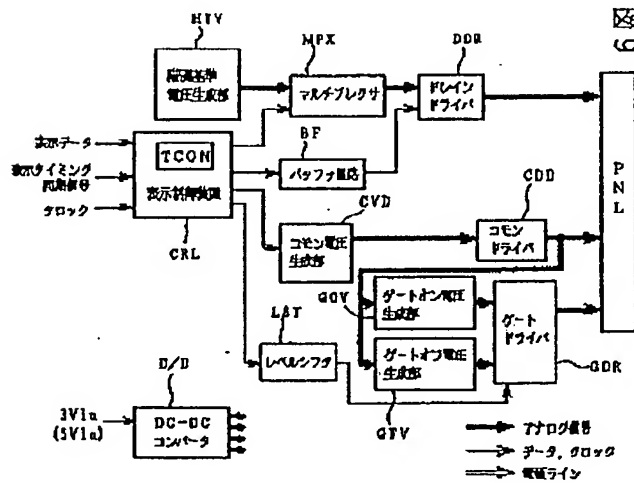


【図7】

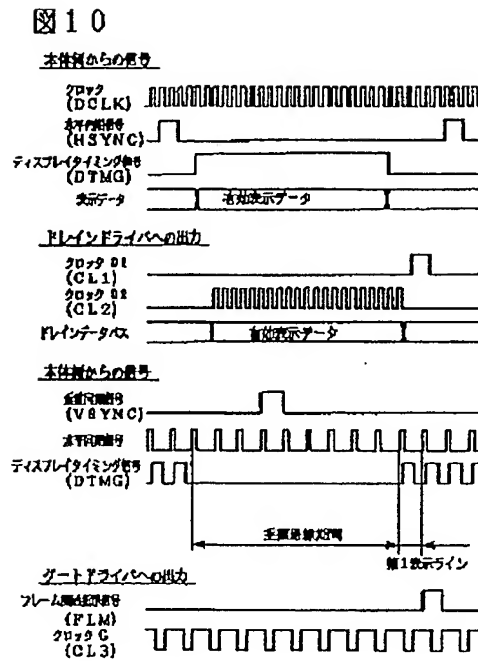
図7



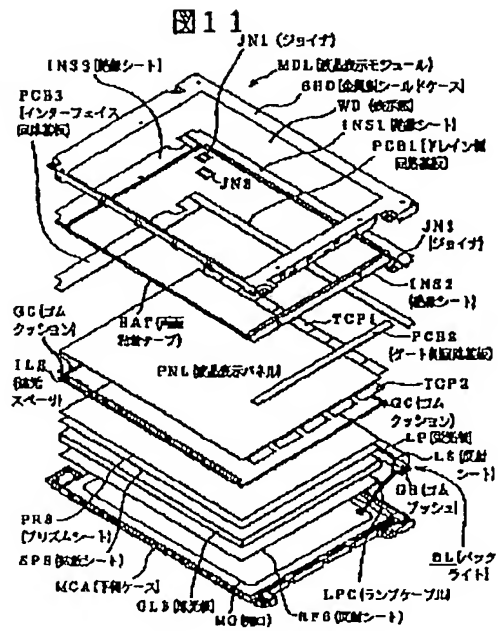
【図9】



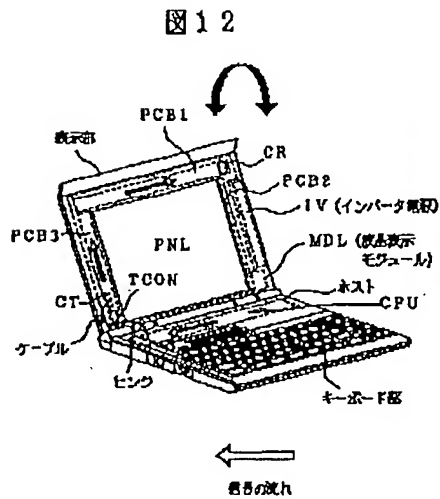
【図10】



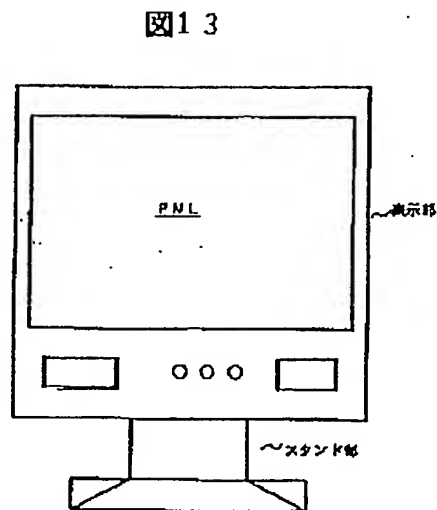
【図11】



【図12】

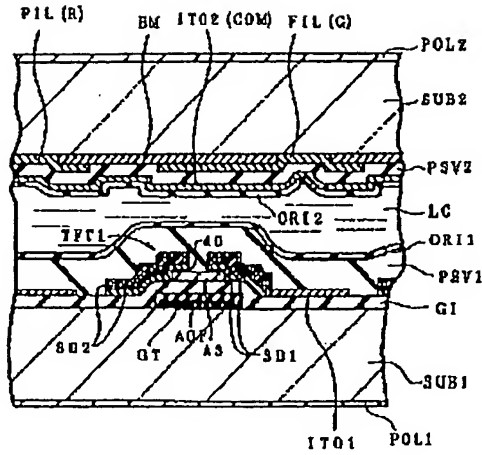


【図13】



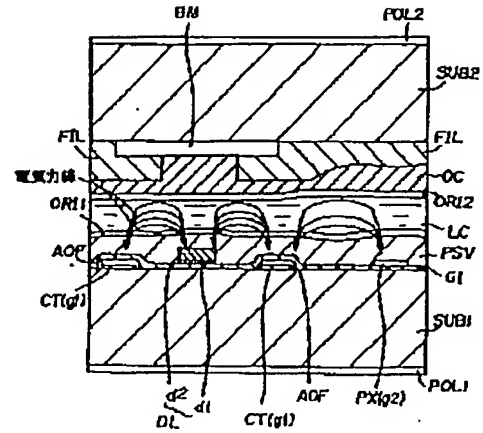
【図14】

図14



【図15】

図15



フロントページの続き

(72)発明者 岩壁 靖
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立
製作所ディスプレイグループ内

Fターム(参考) 2H089 LA07 LA09 LA16 LA19 NA14
NA15 QA06 QA14 RA05 RA10
TA04 TA05 TA09 TA12 TA13
TA17 TA18

[TITLE OF THE INVENTION]

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

[ABSTRACT]

[PROBLEM TO BE SOLVED] A liquid crystal display device is provided which is capable of providing high-quality picture display by preventing luminance irregularity in a display screen due to the nonuniformity of a cell gap.

[SOLUTION] The liquid crystal display device includes at least two or more kinds of color filters FIL formed over one of substrates, the color filters having different colors for displaying a color display, a black matrix BM interposed between each of the color filters, pixel-forming electrodes ITO2, an alignment control layer, a columnar spacer SOC fixedly formed over at least one of the substrates with a height approximately equal to a desired gap between the substrates, and a granular spacer BZ interposed between the substrates and made of a resin material whose average grain size is slightly greater than the height of the columnar spacer SOC.

[CLAIMS]

1. A liquid crystal display device, characterized by comprising:

a liquid crystal panel having a pair of substrates, at least two or more kinds of color filters formed over one of a pair of substrates at least one of which is transparent, a black matrix interposed between each of color filters in matrix shape, a liquid crystal layer having anisotropy interposed between a pair of substrates, and an alignment layer for aligning the alignment of molecules of liquid crystal compounds constituting the liquid crystal layer;

a columnar spacer provided with a driving means for applying a driving voltage to the electrode group and formed on at least one of a pair of substrates with a height approximately equal to a desired gap between the substrates; and

a granular spacer interposed between the substrates and made of a resin material whose average grain size is slightly greater than the height of the columnar spacer.

2. The liquid crystal display device of claim 1, characterized in that the columnar spacer is formed in the area covered with the black matrix, and the granular spacers is arranged in the display area including the formation area of the pixel forming electrode.

3. The liquid crystal display device of claim 1, characterized in that the columnar is formed of resin material having an adhesion with a protective film formed on the substrate.

4. The liquid crystal display device of claim 3, characterize in that the columnar spacer is directly formed on the protective film on the substrate where the corresponding columnar spacer is formed.

5. The liquid crystal display device of claim 3, characterize in that the columnar spacer is directly formed in the electrode on the substrate where the columnar spacer is formed, and is connected to the protective film which underlies the electrode through the opening perforated on the corresponding electrode.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[001]

[FIELD OF THE INVENTION]

The present invention relates to a liquid crystal display device and, more particularly, to a liquid crystal display device which is provided with a novel spacer arrangement for keeping constant the distance between a pair of substances which seal therebetween liquid crystal compounds which constitute a liquid crystal layer.

[002]

[BACKGROUND OF THE INVENTION]

Liquid crystal display devices are widely used as display devices capable of providing high-resolution and color display for notebook type computers or computer monitors.

[003] These kinds of liquid crystal display device basically include a so-called liquid crystal panel in which liquid crystal compounds are interposed between at least two opposed substrates at least one of which is made of transparent glass or the like, and are generally divided into a type using a liquid crystal panel (simple matrix type: STN type) which selectively applies voltages to various kinds of pixel-forming electrodes formed over the substrates of the liquid crystal panel and turns on and off predetermined pixels, and a type using a liquid crystal panel(active matrix type) in which the various kinds of electrodes and pixel-selecting active elements are formed to turn on and off predetermined pixels by making selection from these active elements.

[004] The active matrix type liquid crystal display devices are represented by a type which uses thin film transistors (TFTs) as active elements which constitute its liquid crystal panel. Liquid crystal display devices using thin film transistors have been widely spread as monitors for display terminals of OA equipment because of their thin sizes

and light weights as well as their high picture qualities which compare with those of Braun tubes.

[005] Liquid crystal panels for use in such an active matrix type liquid crystal display device are generally divided into the following two types on the basis of the difference between their liquid crystal driving methods. One of the types includes liquid crystal compounds interposed between two substrates on which transparent electrodes are formed, and the liquid crystal compounds are operated by voltages applied to the transparent electrodes and light which passes through the transparent electrodes and enters the layer of the liquid crystal compounds is modulated to display a picture (TN type).

[006] The other type is constructed to operate a liquid crystal by an electric field which is formed between two electrodes formed on the same substrate, nearly in parallel with the surface thereof, and modulate light which enters the layer of liquid crystal compounds through the gap between the two electrodes, thereby displaying a picture. This type of liquid crystal display device has the feature of a remarkably wide viewing angle and is an extremely promising active matrix type liquid crystal display device. The feature of this type is described in, for example, International Patent Publication No. 505247/1993, Japanese Patent Publication No. 21907/1988 and Japanese Patent

Laid-Open No. 160878/1994. This type of liquid crystal display device will be hereinafter referred to as the lateral electric field type (ISP type) of liquid crystal display device.

[007] FIG. 14 is a diagrammatic cross-sectional view illustrating the essential portion of an example of the construction of a TN type of liquid crystal panel. In FIG. 14, symbols SUB1 and SUB2 denote transparent glass substrates. Thin film transistors TFT are formed over the inner surface of the transparent substrate SUB1, while color filters FIL (FIL(R), FIL(G) and FIL(B)) for three colors: red, green and blue are formed over the inner surface of the transparent substrate SUB2. Incidentally, the blue filter FIL(B) is not shown.

[008] The thin film transistors TFT formed over the transparent substrate SUB1 are each made of a gate electrode GT, a gate insulating film GI, an insulating film AOF, a semiconductor layer AS, a drain electrode SD2 and a source electrode SD1, and a pixel electrode ITO1 is connected to the source electrode SD1. Incidentally, two thin film transistors TFT are formed per pixel for the purpose of improving the yield factor of products, but FIG. 14 shows one of the thin film transistors TFT (TFT1).

[009] A protective film PSV1 is deposited as a layer which overlies these thin film transistors TFT, and an alignment layer (alignment control layer) ORI1 which is in contact with a liquid crystal (liquid crystal layer) LC is formed as the uppermost layer.

[010] The shown liquid crystal panel has a light shield film, i.e., a so-called black matrix BM, at the boundary between each of the three color filters FIL (FIL(R), FIL(G) and FIL(B)) which are formed over the inner surface of the transparent substrate SUB2, and a protective film PSV2 is formed as a layer which overlies the black matrix BM. A common electrode (also called a counter electrode) ITO2 is formed over the protective film PSV2, and an alignment layer (alignment control layer) ORI2 which is in contact with the liquid crystal (liquid crystal layer) LC is formed as the uppermost layer.

Polarizers POL1 and POL2 are stacked on the outer surfaces of the respective substrates SUB1 and SUB2.

[011] This type of liquid crystal panel turns on/off each pixel by changing the alignment direction of the liquid crystal LC by means of an electric field generated between the common electrode ITO2 and the pixel electrode ITO1 which is driven by the thin film transistor TFT.

[012] FIG. 15 is a diagrammatic cross-sectional view illustrating the essential portion of one example of the construction of an IPS type of liquid crystal panel. In FIG. 15, the

same symbols as those shown in FIG. 14 denote the same functional portions as those shown in FIG. 14. In this liquid crystal panel, a video signal line (drain line) DL, a counter electrode CT (which corresponds to the common electrode ITO2 shown in FIG. 14), and a pixel electrode PX (which corresponds to the pixel electrode ITO1 shown in FIG. 14) are formed over one transparent substrate SUB1, and the alignment control layer ORI1 is formed at the interface between the layer of the liquid crystal LC and the protective film PSV which is deposited over the video signal line DL, the counter electrode CT and the pixel electrode PX. Color filters FIL for three colors (the three color filters are generally denoted by the common symbol FIL) which are separated from one another by the black matrix BM are formed over the other transparent substrate SUB2, and an overcoat layer OC (which corresponds to the protective film PSV2 shown in FIG. 14) is deposited to cover the black matrix BM and the color filters FIL so that the constituent materials of the color filters FIL and the black matrix BM are prevented from affecting liquid crystal compounds which constitute the liquid crystal LC. The alignment control layer ORI2 is formed at the interface between the overcoat layer OC and the liquid crystal LC.

[013] The gate insulating film GI and the insulating film AOF which overlie the transparent substrate SUB1 are made of an insulating film, and the video signal line

(drain line) DL is made of two layers: conductive films d1 and d2. The counter electrode CT is made of a conductive film g1, and the pixel electrode PX is made of a conductive film g2.

[014] This IPS type of liquid crystal panel turns on/off each pixel by controlling the alignment direction of liquid crystal molecules by means of an electric field (shown as lines of electric force in FIG. 15) which is generated in a lateral direction (in a direction parallel to the substrates SUB1 and SUB2) between the pixel electrode PX and the counter electrode CT.

[015] Incidentally, it is general practice to restrict the distance between the pair of substrates SUB1 and SUB2 (or the thickness of the layer of the liquid crystal compounds, or the gap between both substrates SUB1 and SUB2; hereinafter referred to as the cell gap or simply as the gap) to a predetermined value by disposing spherical spacers or spacers (not shown) between both substrates SUB1 and SUB2. The polarizers POL1 and POL2 are disposed on the outer surfaces of the respective substrates SUB1 and SUB2 in a manner similar to that shown in FIG. 14.

[016] Although not related to the lateral electric field type of liquid crystal display device, Japanese Patent Laid-Open No. 73088/1997 discloses a liquid crystal display device in which, instead of such spherical spacers, conic spacers are formed on the

protective film of a color filter substrate in such a manner as to be secured to the color filter substrate, or cylindrical spacers are fixedly formed on stacked color filter layers.

[017] In the invention disclosed in the above-cited Japanese Patent Laid-Open No. 73088/1997, the spacers are formed in the state of being fixed to the substrate to solve problems which are experienced with the spherical spacers, such as a decrease in contrast due to light leaks from the peripheral portions of spherical spacers, and a display defect caused by spherical spacers being nonuniformly arranged in the process of scattering the spacers on the substrate.

[018] Japanese Patent Laid-Open No. 325298/1995 discloses a method of forming spacers which hold the gap between substrates. This method uses a photolithographic process which stacks on a substrate a photosensitive sheet made of a base film coated with a photosensitive resin and executes exposure through a mask as well as development. This method is intended to make uniform the thickness of the spacers and prevent color irregularity.

[019]

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

In a liquid crystal display device using any of the above-described various kinds of liquid crystal panels, the gap between its substrates is restricted by a polymer-

made bead (granular bead) or a columnar bead. In recent years, such a liquid crystal display device has been adopted not only in comparatively small-sized and light-weight electronic equipment such as notebook type personal computers, but also as a so-called display monitor, so that the liquid crystal display device has been becoming larger in screen size.

[020] If the size of a liquid crystal panel (the size of a screen) becomes large, in a display device of the type which is normally used in vertical position, particularly in a display monitor, the following phenomenon may occur: the liquid crystal interposed between its substrates descends due to its own weight and the gap on the lower side of the screen becomes large, so that display irregularity occurs. Such a phenomenon is remarkable in IPS and STN types of liquid crystal panels. In addition, in a liquid crystal panel of the type which uses polymer beads as its gap restriction member, there are some cases where the polymer beads are concentrated in a portion and the gap locally increases or a so-called light leak occurs, i.e., light passes through the polymer beads which are generally transparent, so that the picture quality of the liquid crystal panel is degraded.

[021] A liquid crystal panel in which columnar spacers are fixedly formed on one of its substrate instead of the polymer beads is known as an approach to solving such a

problem. However, when the liquid crystal panel which uses such columnar spacers is in use, if the expansion of its liquid crystal due to a temperature rise (in general, due to heat radiated from a backlight) occurs, the gap restriction ability of the columnar spacers cannot follow the enlargement of the gap, so that the spacers may separate from the opposed substrate. As a result, gap irregularity occurs and causes picture quality irregularity.

[022] In the liquid crystal panel of the type which uses polymer beads for the restriction of the gap, since multiple polymer beads are interposed between the substrates in a compressively deformed state during the step of ensuring the gap of the liquid crystal panel after the multiple polymer beads have been scattered between the substrates, the gap restriction ability can follow the above-described enlargement of the gap to some extent. However, since more than a predetermined number of polymer beads are needed in order to ensure the required gap, the concentration of the polymer beads as well as the occurrence of light leak can only be restrained within limits. In addition, as described above, there is the problem that the polymer beads descend with time toward the lower side of the liquid crystal panel due to their own weights during the repetition of the thermal expansion of the liquid crystal panel, or along with a descend of the liquid crystal.

[023] The present invention solves the above-described problems of the related art and provides a liquid crystal display device which can display a high-quality picture by preventing gap irregularity due to a variation in the temperature of a liquid crystal panel.

[024]

[MEANS FOR SOLVING THE PROBLEMS]

According to one aspect of the present invention, columnar spacers, fixedly formed on at least one of a pair of substrates which constitute a liquid crystal panel, and a small number of polymer beads are used together as members which restrict the gap between the pair of substrates.

[025] Although the construction of the present invention slightly differs among liquid-crystal-panel driving schemes (STN, TN and IPS), the basic construction in which both spacers and a small number of polymer beads are used together is common to any type of liquid crystal panel. Representative aspects of the present invention will be described below.

[026] (1): According to an aspect of the present invention, a liquid crystal display device includes: a liquid crystal panel having a pair of substrates, at least two or more kinds of color filters formed over one of a pair of substrates at least one of which is transparent, a black matrix interposed between each of color filters in matrix shape, a

liquid crystal layer having anisotropy interposed between a pair of substrates, and an alignment layer for aligning the alignment of molecules of liquid crystal compounds constituting the liquid crystal layer; a columnar spacer provided with a driving means for applying a driving voltage to the electrode group and formed on at least one of a pair of substrates with a height approximately equal to a desired gap between the substrates; and a granular spacer interposed between the substrates and made of a resin material whose average grain size is slightly greater than the height of the columnar spacer.

[027] In the aspect, the gap between the pair of substrates is mainly restricted by the height of the columnar spacer, and when the liquid crystal display device is in use, if the spacer is separated from a substrate due to the expansion of the liquid crystal due to a temperature rise or the like and the gap is enlarged, the spacer is restored in a direction in which compressive deformation of a bead is released, thereby restricting the gap. Thus, the gap irregularity of its screen is reduced, and since the bead is maintained in contact with the substrate, the bead is prevented from traveling or descending due to its own weight and the liquid crystal is also restrained from traveling or descending, whereby the display quality of the liquid crystal display device is prevented from being extremely degraded.

[028] (2) : The columnar spacer in the first aspect is formed in the area covered with the black matrix, and the granular spacers is arranged in the display area including the formation area of the pixel forming electrode.

[029] Since the columnar spacer is formed in the area covered with the black matrix, the spacer does not affect the transmission of light from a backlight. In addition, since only a small number of granular spacers are needed, the phenomenon of light leak can be restrained to the minimum and a decrease in contrast can be restrained.

[030] (3) : The columnar spacer in the first aspect is formed of resin material having an adhesion with a protective film formed on the substrate.

[031] (4) : The columnar spacer in the first aspect is directly formed on the protective film on the substrate where the corresponding columnar spacer is formed.

[032] (5) : The columnar spacer in the third aspect is directly formed in the electrode on the substrate where the columnar spacer is formed, and is connected to the protective film which underlies the electrode through the opening perforated on the corresponding electrode.

[033] Moreover, the columnar spacer is formed of the resin material by a photolithographic technique. Since the spacer is formed directly on the protective film as described above in the fourth aspect, the spacer can be firmly secured to the substrate

which the columnar spacer is formed. The substrate on which the columnar spacer is formed is not limited to the substrate having the color filters, and the spacer can also be formed on the other substrate (in an active matrix type, a substrate on which thin film transistors are formed).

[034] In a case where an electrode overlies the aforesaid underlying protective film, an opening is formed in the electrode and the spacer is connected to the protective film which underlies the electrode through the opening, whereby the spacer can be firmly secured to the substrate on which the spacer is formed.

[035] Incidentally, the present invention is not limited to any of the above-described aspects, and columnar spacers each having a height equivalent to half of the required gap may be formed, respectively, on a pair of substrates in opposition to each other.

[036] Various modifications of the present invention can be made without departing from the technical ideas described in the appended claims.

[037]

[DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS]

Preferred embodiments of the present invention will be described below in detail with reference to drawings which show the embodiments.

[038] FIG. 1 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of a liquid crystal panel, illustrating a first embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention, and shows a construction in which the present invention is applied to a type (a TN type or an STN type) having electrodes on a substrate on which columnar spacers are formed. In the STN type of liquid crystal panel, unlike the TN type of liquid crystal panel, there is no discrimination between pixel electrodes and common electrodes or counter electrodes, and stripe-shaped electrodes are respectively formed on a pair of substrates in such a manner that the stripe-shaped electrodes formed on one of the substrates intersect with those formed on the other. Accordingly, if the following description is to be applied to the STN type, the pixel electrodes and the common electrodes are to be read as the stripe electrodes.

[039] In FIG. 1, symbol SUB2 denotes one (in FIG. 1, a color filter substrate) of a pair of substrates which constitute the liquid crystal panel, symbol BM a black matrix, symbol FIL a color filter, symbol OC a protective film (also called a protective film PSV2), symbol ITO2 a common electrode opposed to a pixel electrode which is formed on the other substrate which is not shown, symbol SOC a columnar spacer, symbol ORI2 an alignment layer, symbol BZ a granular spacer (hereinafter referred to also as a polymer bead), and symbol POL a polarizer.

[040] After the black matrix BM, the color filters FIL and the protective film OC have been formed, the columnar spacer SOC is formed directly on the protective film OC. The black matrix BM, the color filters FIL and the columnar spacer SOC are formed by a process which includes application of a resin material, pattern exposure and development, i.e., a photolithographic technique.

[041] The columnar spacer SOC is formed to have a height h approximately equal to a predetermined gap between the substrates. After that, the common electrode ITO is formed on the top of the columnar spacer SOC and the alignment layer ORI2 is formed as a layer which overlies the columnar spacer SOC, thereby forming a so-called color filter substrate.

[042] Before the other substrate having pixel electrodes is stuck to the substrate on which such various kinds of function films are formed, with a liquid crystal LC interposed between both substrates, a small number of polymer beads BZ are scattered. An average grain size d of such a polymer bead BZ is selected to be slightly greater than the height h of the columnar spacer SOC.

[043] When this substrate SUB2 is to be stuck to the other substrate so that the predetermined gap is ensured with the liquid crystal interposed therebetween, both substrates are pressed so that the top surface of the columnar spacer SOC of the

substrate SUB2 is brought into contact with an alignment film on the other substrate. At this time, the polymer bead BZ having the average grain size d which is slightly greater than the height h of the columnar spacer SOC is compressively deformed between the substrate SUB2 and the other substrate into a state denoted by BZ', in which a height which passes through the center of the polymer bead BZ is approximately equal to the height h of the columnar spacer SOC. (Incidentally, FIG. 2 exaggeratedly shows the deformed state of the polymer bead BZ.)

[044] According to the first embodiment, when a liquid crystal display device is in use, if the temperature of its liquid crystal panel rises and columnar spacers are separated from a substrate due to the expansion of its liquid crystal and the gap is enlarged, the granular spacers are restored in a direction in which their compressive deformation is released, thereby restricting the gap. Thus, the gap irregularity of its screen is reduced, and since the granular spacers are maintained in contact with the substrate, the beads are prevented from traveling or descending due to their own weights and the liquid crystal is also restrained from traveling or descending, whereby the display quality of the liquid crystal display device is prevented from being extremely degraded.

[045] FIG. 2 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of a liquid crystal panel, illustrating a second embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention. The columnar spacer SOC is formed on the electrode ITO2 shown in FIG. 1. In FIG. 2, the same symbols as those shown in FIG. 1 denote the same functional portions as those shown in FIG. 1, and symbol TH denotes an opening formed in the electrode ITO2.

[046] In the second embodiment shown in FIG. 2, the columnar spacer SOC is formed after the electrode ITO2 has been formed. At this time, since the opening TH is formed in the portion of the electrode ITO2 in which the columnar spacer SOC is to be formed, the columnar spacer SOC is connected to the protective film OC which underlies the electrode ITO2 and is made of a resin material, whereby the columnar spacer SOC is secured to the substrate SUB2. Incidentally, the columnar spacer SOC and the polymer bead BZ are similar in function to those of the first embodiment.

[047] FIG. 3 is a view for further illustrating the second embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention, and is a plan view of the substrate SUB1 as seen through the substrate SUB2 described above in connection with FIG. 2; showing one pixel and the vicinity thereof which constitute a thin film transistor

TN type of liquid crystal panel. FIG. 14 described previously corresponds to a cross-sectional view taken along line 3-3 of FIG. 3.

[048] Each pixel (unit color pixel) which constitutes this liquid crystal panel is disposed in the area of intersection (the area surrounded by four signal lines) of two adjacent gate lines (also called scanning signal lines, gate signal lines, gate lines or horizontal signal lines) GL and two adjacent data lines (also called video signal lines, drain signal lines, drain lines or vertical signal lines) DL.

[049] Each pixel includes thin film transistors TFT (TFT1 and TFT2), a pixel electrode ITO1 and a holding capacitance element Cadd. Plural gate lines GL are disposed to be extended in the column direction and to be juxtaposed in the row direction. Plural data lines DL are disposed to be extended in the row direction and to be juxtaposed in the column direction.

[050] As described previously with reference to FIG. 15, the thin film transistors TFT and the pixel electrode ITO1 are formed on the substrate SUB1 which lies on one side of the liquid crystal LC, while the color filters FIL and the black matrix BM are formed on the substrate SUB2 which lies on the other side of the liquid crystal LC. Each of the upper and lower transparent glass substrates SUB2 and SUB1 has, for example, a thickness of about 1.1 mm or about 0.7 mm.

[051] In the second embodiment, the columnar spacers SOC are formed to be positioned on the data lines DL and the gate lines GL in an area covered with the black matrix BM. The gap of this liquid crystal panel is mainly restricted by the columnar spacers SOC, and the polymer beads BZ are provided for the purpose of reducing gap irregularity mainly during the state in which the columnar spacers SOC cannot follow the enlargement of the gap, and a small number of polymer beads BZ are scattered in each pixel area (on each pixel electrode).

[052] Incidentally, the forming location, the number and the shapes of the columnar spacers SOC are not limited to the shown example. Although in FIG. 3 the sizes of the columnar spacers SOC and the polymer beads BZ are exaggeratedly shown for ease of understanding, they do not necessarily agree with the sizes of actual products.

[053] According to the second embodiment as well, when a liquid crystal display device is in use, if the temperature of its liquid crystal panel rises and columnar spacers are separated from a substrate due to the expansion of its liquid crystal and the gap is enlarged, the granular spacers are restored in a direction in which their compressive deformation is released, thereby restricting the gap. Thus, the gap irregularity of its screen is reduced, and since the granular spacers are maintained in contact with the substrate, the granular spacers are prevented from traveling or descending due to their

own weights and the liquid crystal is also restrained from traveling or descending, whereby the display quality of the liquid crystal display device is prevented from being extremely degraded.

[054] FIG. 4 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of a liquid crystal panel, illustrating a third embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention, and shows a construction in which the present invention is applied to a lateral electric field type active matrix type (IPS type) having no electrodes on a substrate on which columnar spacers are formed.

[055] Since the third embodiment has no electrodes ITO on the substrate SUB2 on which the color filters FIL are formed, the columnar spacer SOC is formed on the protective film OC formed over the inner surface of the substrate SUB2. (In this case, the protective film OC functions as a film which prevents the contamination of the liquid crystal LC due to the color filters FIL or the black matrix BM, and as a film for flattening the inner surface of the substrate SLB2).

[056] After the columnar spacer SOC has been formed on the protective film OC, the alignment layer ORI2 is deposited and is then given an alignment control ability by rubbing or the like. Then, the polymer beads BZ are scattered on the alignment layer ORI2 in the pixel areas of the substrate SLB2 on which the columnar spacers SOC are

formed, and the liquid crystal LC is injected or dropped and the other substrate SUB1 is stacked on the substrate SUB2.

[057] Thin film transistors, pixel electrodes, counter electrodes, interconnecting lines and others are formed on the substrate SUB1.

[058] After the pair of substrates SUB1 and SUB2 have been stuck together with the liquid crystal LC interposed therebetween, both substrates SUB1 and SUB2 are pressed from above and below so that the predetermined gap is ensured therebetween. At this time, the predetermined gap is mainly restricted by the columnar heights h of the columnar spacers SOC, and as shown at BZ in FIG. 4, each of the polymer beads BZ is brought to a compressively deformed state in which its height is made smaller than the original grain size d . Since the function of the polymer beads BZ is similar to that described above in connection with the first embodiment, the same description is omitted.

[059] FIG. 5 is a view for further illustrating the third embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention, and is a plan view of the substrate SUB1 as seen through the substrate SUB2 described above in connection with FIG. 4, showing one pixel and the vicinity thereof which constitute a thin film transistor IPS type of liquid crystal panel.

[060] Each pixel is disposed in the area of intersection (the area surrounded by four signal lines) of a scanning signal line (also called a gate signal line, a gate line or a horizontal signal line) GL, a counter voltage signal line (counter electrode line) CL, and two adjacent data lines (also called drain signal lines, drain lines or vertical signal lines) DL.

[061] Each pixel includes a thin film transistor TFT, a storage capacitance Cstg, a pixel electrode PX and a counter electrode CT. Plural scanning signal lines GL and plural counter voltage signal lines CL are disposed to be extended in the horizontal direction and to be juxtaposed in the vertical direction as viewed in FIG. 5.

[062] Plural video signal lines DL are disposed to be extended in the vertical direction and to be juxtaposed in the horizontal direction. The pixel electrode PX is electrically connected to the thin film transistor TFT via a source electrode SD1. The counter electrode CT is electrically connected to the counter voltage signal line CL.

[063] The pixel electrode PX and the counter electrode CT are opposed to each other and are constructed in a comb-teeth-like shape so that the optical state of the liquid crystal LC is controlled by an electric field between each of the pixel electrodes PX and the corresponding one of the counter electrodes CT, thereby controlling the display of the liquid crystal display device.

[064] In the third embodiment, the columnar spacers SOC are formed on the video signal lines DL, the scanning signal lines GL or the counter voltage signal lines CL all of which are covered with the black matrix BM. A small number of polymer beads BZ are scattered mainly in areas except the area of the black matrix BM, i.e., in each pixel area.

[065] Incidentally, the forming location, the number and the shapes of the columnar spacers SOC are not limited to the shown example. Although in FIG. 5 the sizes of the columnar spacers SOC and the polymer beads BZ are exaggeratedly shown for ease of understanding, they do not necessarily agree with the sizes of actual products.

[066] According to the third embodiment as well, when a liquid crystal display device is in use, if the temperature of its liquid crystal panel rises and columnar spacers are separated from a substrate due to the expansion of its liquid crystal and the gap is enlarged, the granular spacers are restored in a direction in which their compressive deformation is released, thereby restricting the gap. Thus, the gap irregularity of its screen is reduced, and since the granular spacers are maintained in contact with the substrate, the beads are prevented from traveling or descending due to their own weights and the liquid crystal is also restrained from traveling or descending, whereby the

display quality of the liquid crystal display device is prevented from being extremely degraded.

[067] FIGS. 6 and 7 are diagrammatic cross-sectional views of the essential portion of the liquid crystal panel, illustrating the advantage of the third embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention, and also show the state in which the substrate SUB1 on which thin film transistors, pixel electrodes, counter electrodes, interconnecting lines and others are formed is stuck to the substrate SUB2 on which the columnar spacers SOC are formed, with the liquid crystal LC interposed therebetween, and both substrates SUB1 and SUB2 are pressed to ensure the predetermined gap therebetween.

[068] The respective members of the construction of the substrate SUB1 are denoted by the same symbols as those shown in FIG. 5 described above. The respective members of the construction of the substrate SUB2 are denoted by the same symbols as those shown in FIG. 4 described above.

[069] When the liquid crystal panel is in the state shown in FIG. 6 in which the predetermined gap is ensured, the top surface of the columnar spacer SOC is in abutment with the substrate SUB1, and the polymer bead BZ is compressively deformed as shown by arrows A in FIG. 6.

[070] During that state, if the liquid crystal LC expands due to heat radiated from a backlight or the like and the gap between the substrates SUB1 and SUB2 is enlarged as shown in FIG. 7, there are some cases in which the top surface of the columnar spacer SOC separates from the substrate SUB1 as shown by an arrow B and the gap restriction ability of the spacer SOC is lost. However, at this time, the polymer bead BZ tends to restore its original gain size as shown by arrows C, and follows the enlargement of the gap and restricts the gap between both substrates SUB1 and SUB2.

[071] Accordingly, it is possible to reduce the gap irregularity of the screen of the liquid crystal panel, whereby it is possible to maintain high-quality picture display. The movement of a columnar spacer SOC and polymer bead BZ is the same as that of other above-described embodiments.

[072] The driving of a liquid crystal display device to which any of the above-described embodiments of the present invention is applied as well as an example of the construction of a product of the liquid crystal display device will be described below. Incidentally, a description as to a liquid crystal display device which uses an STN type of liquid crystal panel is omitted herein.

[073] FIG. 8 is an explanatory view of the construction and the drive system of an active matrix type liquid crystal display device to which the present invention is

applied. This liquid crystal display device uses an active matrix type liquid crystal panel according to any of the above-described embodiments. The liquid crystal display device has a liquid crystal panel PNL, drain drivers DDR which are circuits (IC chips) for driving data lines (also called drain signal lines, drain lines or video signal lines), and gate drivers GDR which are circuits (IC chips) for driving scanning signal lines (also called gate signal lines or gate lines), the drain drivers DDR and the gate drivers GDR being provided at the periphery of the liquid crystal panel PNL. The liquid crystal display device is also provided with a power source circuit (marked with "power source part" in FIG. 8) PWU and a display control device (marked with "controller" in FIG. 8) CRL which is a display control part for supplying display data for displaying a picture, clock signals and gray scale voltages and the like to the drain drivers DDR and the gate drivers GDR.

[074] Display data supplied from an external signal source such as a computer, a personal computer or a television receiver circuit, a control signal clock, a display timing signal and a synchronizing signal are inputted to the display control device CRL. The display control device CRL is provided with a gray scale reference voltage generation part, a timing controller TCON and the like, and converts the display data

supplied from an external part into data of the type which conforms to the format of display on the liquid crystal panel PNL.

[075] Display data and clock signals for the gate drivers GDR and the drain drivers DDR are supplied as shown in FIG. 8. A carry output from each of the drain drivers DDR is applied to the carry input of the next one on an unmodified basis.

[076] FIG. 9 is a block diagram schematically showing the arrangement of individual drivers of the liquid crystal panel PNL as well as the flow of signals. The drain driver DDR is made of a data latch part for display data such as video (picture) signals, and an output voltage generation circuit. A gray scale reference voltage generation part HTV, a multiplexer MPX, a common voltage generation part CVD, a common driver CDD, a level shifting circuit LST, a gate-on voltage generation part GOV, a gate-off voltage generation part GFD and a DC-DC converter D/D are provided in the power source circuit PWU shown in FIG. 17.

[077] FIG. 10 is a timing chart showing display data to be inputted to the display control device CRL from the signal source (main frame) and signals to be outputted to the drain driver DDR and the gate driver GDR from the display control device CRL. The display control device CRL receives control signals (a clock signal, a display timing signal and a synchronizing signal) from the signal source, and generates a clock

D1 (CL1), a shift clock D2 (CL2) and display data as control signals for the drain drivers DDR and, at the same time, generates a frame starting direction signal FLM, a clock G (CL3) and display data as control signals for the gate driver GDR.

[078] Incidentally, in a scheme which uses a low-voltage differential signal (an LVDS signal) for the transmission of display data from the signal source, the LVDS signal from the signal source is converted into an original signal by an LVDS reception circuit mounted on a circuit board (an interface board) on which the display control device is mounted, and the original signal is supplied to both the gate driver GDR and the drain driver DDR.

[079] As is apparent from FIG. 10, the frequency of the shift clock signal D2 (CL2) for the drain driver DDR is the same as the frequency of each of a clock signal (DCLK) and display data inputted from a main-frame computer or the like, and reaches a high frequency of about 40 MHz (megahertz) in the case of an XGA display device.

[080] FIG. 11 is a developed perspective view illustrating the entire construction of the liquid crystal display device according to the present invention, and illustrates a specific structure of the liquid crystal display device (hereinafter referred to as a liquid crystal module (MDL) which integrally includes a liquid crystal panel with two substrates

SUB1 and SUB2 adhered to one another, a driving part, a backlight and other constituent members).

[081] Symbol SHD denotes a shield case made of a metal sheet (also called a metal frame), symbol WD a display window, symbols INS1 to INS3 insulating sheets, symbols PCB1 to PCB3 circuit boards which constitute the driving part (PCB1 is a drain-side circuit board: a video signal line driving circuit board, PCB2 is a gate-side circuit board, and PCB3 is an interface circuit board), symbols JN1 to JN3 joiners which electrically connect the circuit boards PCB1 to PCB3 to one another, symbols TCP1 and TCP2 tape carrier packages, symbol PNL a liquid crystal panel, symbol GC a rubber cushion, symbol ILS a light shield spacer, symbol PRS a prism sheet, symbol SPS a diffusing sheet, symbol GLB a light guide plate, symbol RFS a reflection sheet, symbol MCA a lower case (mold frame) which is formed by integral molding, symbol MO an aperture of the lower case MCA, symbol LP a fluorescent tube, symbol LPC a lamp cable, symbol GB a rubber bush which supports the fluorescent tube LP, symbol BAT a double-sided adhesive tape, and symbol BL a backlight made of a fluorescent tube, a light guide plate or the like. The liquid crystal module MDL is assembled by stacking diffusing plate members in the shown layered arrangement.

[082] The liquid crystal module MDL has two kinds of housing/holding members, the lower case MCA and the shield case SHD, and the metal-made shield case SHD in which the insulating sheets INS1 to INS3, the circuit boards PCB1 to PCB3 and the liquid crystal panel PNL are fixedly housed is combined with the lower case MCA in which the backlight BL made of the fluorescent tube LP, the light guide plate GLB, the prism sheet PRS and the like are housed.

[083] An integrated circuit chip for driving each pixel of the liquid crystal panel PNL is mounted on the video signal line driving circuit board PCB1, and an integrated circuit chip for receiving a video signal and a control signal such as a timing signal from an external host, a timing converter TCON which processes timing and generates a clock signal and the like are mounted on the interface circuit board PCB3.

[084] As described previously, the clock signal generated by the timing converter TCON is supplied to the integrated circuit chip mounted on the video signal line driving circuit board PCB1 via a clock signal line CLL which is formed in the interface circuit board PCB3 and the video signal line driving circuit board PCB1.

[085] Each of the interface circuit board PCB3 and the video signal line driving circuit board PCB1 is a multilayer printed circuit board, and the clock signal line CLL is

formed as an internal layer line of the interface circuit board PCB3 and the video signal line driving circuit board PCB1.

[086] The video signal line driving circuit board PCB1, the gate-side circuit board PCB2 and the interface circuit board PCB3 for driving TFTs are connected to the liquid crystal panel PNL by the tape carrier packages TCP1 and TCP2, and these circuit boards are connected to one another by the joiners JN1, JN2 and JN3. The liquid crystal panel PNL is an active matrix electric field type liquid crystal display device according to the above-described present invention, and is provided with grain-containing spacers and polymer beads such as those described previously in connection with the embodiments, for the purpose of maintaining the gap between the two substrates at a predetermined value.

[087] Incidentally, the present invention can similarly be applied to a construction which adopts a Glass-On-Chip scheme (also called an FCA scheme) according to which individual drive circuits (drain drivers and gate drivers) are directly mounted on one of the substrates of a liquid crystal panel, generally, at the periphery of the substrate SUB1.

[088] The liquid crystal panel PNL is an active matrix electric field type liquid crystal display device according to the above-described present invention, and is provided with grain-containing spacers and polymer beads such as those described previously in

connection with the embodiments, for the purpose of maintaining the gap between the two substrates at a predetermined value.

[089] FIG. 12 is a perspective view of a notebook type computer which is one example of electronic equipment in which a liquid crystal display device according to the present invention is mounted.

[090] This notebook type computer (portable personal computer) is made of a keyboard block (main-frame block) and a display block which is joined to the keyboard block by a hinge. The keyboard block houses a keyboard and a signal generating function such as a host (host computer) or a CPU. The display block has the liquid crystal panel PNL, and the driving circuit boards PCB1 and PCB2, the driving circuit board PCB3 provided with the control chip TCON, and an inverter power source board which is a black light power source are mounted at the periphery of the liquid crystal panel PNL.

[091] In addition, the liquid crystal module described above with reference to FIG. 12, which is integrally provided with the liquid crystal panel PNL, the various circuit boards PCB1, PCB2 and PCB3, the inverter power source board and the backlight, is mounted in the notebook type computer.

[092] FIG. 13 is a front view showing a display monitor as another example of electronic equipment in which a liquid crystal display device according to the present invention is mounted. This display monitor is made of a display part and a stand part, and a liquid crystal display device which has a liquid crystal panel PNL according to the above-described present invention is mounted in the display part. A host computer or a television receiver circuit may be built in the stand part of such a display monitor.

[093] As described previously, the present invention is not limited to any of the embodiment, and various modifications can be made without departing from the technical ideas of the present invention.

[094]

[EFFECT OF THE INVENTION]

As is apparent from the foregoing description, according to the present invention, columnar spacers fixedly formed on one of the substrates of a liquid crystal panel are used together with polymer beads as members which restrict the gap between the substrates, whereby the restriction of the gap which cannot be followed by the columnar spacers can be compensated for by the polymer beads and the occurrence of gap irregularity in a display area can be restrained. In addition, since the number of polymer beads to be scattered can be reduced to the required minimum, it is possible to

obtain a liquid crystal display device which is reduced in the amount of light leak from the display area and can display a high-quality picture.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

Preferred embodiments of the invention will be described in detail with reference to the following figures, wherein:

FIG. 1 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of a liquid crystal panel, illustrating a first embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention;

FIG. 2 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of a liquid crystal panel, illustrating a second embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention;

FIG. 3 is a view for further illustrating the second embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention, and is a plan view of a substrate SUB1 as seen through a substrate SUB2 to be described later in connection with FIG. 2, showing one pixel and the vicinity thereof which constitute a thin film transistor TN type of liquid crystal panel;

FIG. 4 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of a liquid crystal panel, illustrating a third embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention;

FIG. 5 is a view for further illustrating the third embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention, and is a plan view of the substrate SUB1 as seen through the substrate SUB2 to be described later in connection with FIG. 4, showing one pixel and the vicinity thereof which constitute a thin film transistor IPS type of liquid crystal panel;

FIG. 6 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of the liquid crystal panel, illustrating the advantage of the third embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention;

FIG. 7 is a diagrammatic cross-sectional view of the essential portion of the liquid crystal panel, illustrating the advantage of the third embodiment of the liquid crystal display device according to the present invention;

FIG. 8 is an explanatory view of the construction and the drive system of an active matrix type liquid crystal display device to which the present invention is applied;

FIG. 9 is a block diagram schematically showing the arrangement of individual drivers of the liquid crystal panel as well as the flow of signals;

FIG. 10 is a timing chart showing display data to be inputted to a display control device from a signal source (main frame) and signals to be outputted to a drain driver and a gate driver from the display control device;

FIG. 11 is a developed perspective view illustrating the entire construction of the liquid crystal display device according to the present invention;

FIG. 12 is a perspective view of a notebook type computer which is one example of electronic equipment in which a liquid crystal display device according to the present invention is mounted;

FIG. 13 is a front view showing a display monitor as another example of electronic equipment in which a liquid crystal display device according to the present invention is mounted;

FIG. 14 is a diagrammatic cross-sectional view illustrating the essential portion of an example of the construction of a TN type of liquid crystal panel; and

FIG. 15 is a diagrammatic cross-sectional view illustrating the essential portion of an example of the construction of an IPS type of liquid crystal panel.

[DESCRIPTION OF REFERENCE NUMERALS]

SUB1, SUB2 substrate

FIL color filter

BM black matrix

OC (PSV) protective film

ITO2 counter electrode (common electrode)

ORI2 alignment layer

SOC columnar spacer

BZ granular spacer (polymer bead)

DL image signal line (drain line, data line)

SD2 drain electrode

CL counter voltage signal line

CT counter electrode

PX pixel electrode

SD1 source electrode

Cadd additional capacitance

Cstg storage capacitance

GL scan signal line (gate line, gate line)

GT gate electrode

TFT thin film transistor

ORi1, ORI2 alignment layer

LC liquid layer

GI gate insulating film

POL1, POL2 polarizer